PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6 :
B01D 53/94, F01N 3/20

A2

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: **WO 99/56858**

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 11. November 1999 (11.11.99)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/01223

(22) Internationales Anmeldedatum: 23. April 1999 (23.04.99)

(30) Prioritätsdaten:
198 19 523.0 30. April 1998 (30.04.98) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten ausser US)*: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D–80333 München (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: PAJONK, Günther [DE/DE]; Hellerwiese 7, D–96199 Zapfendorf (DE). HOFMANN, Lothar [DE/DE]; Klosterstrasse 48, D–96264 Altenkunstadt (DE). WEIGL, Manfred [DE/DE]; Breitenfeldstrasse 12, D–93161 Viehhausen (DE). WISSLER, Gerhard [DE/DE]; Helmunistrasse 46, D–93104 Sünching (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D–80506 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Veröffentlicht
Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR CATALYTIC REDUCTION OF NITROGEN OXIDE

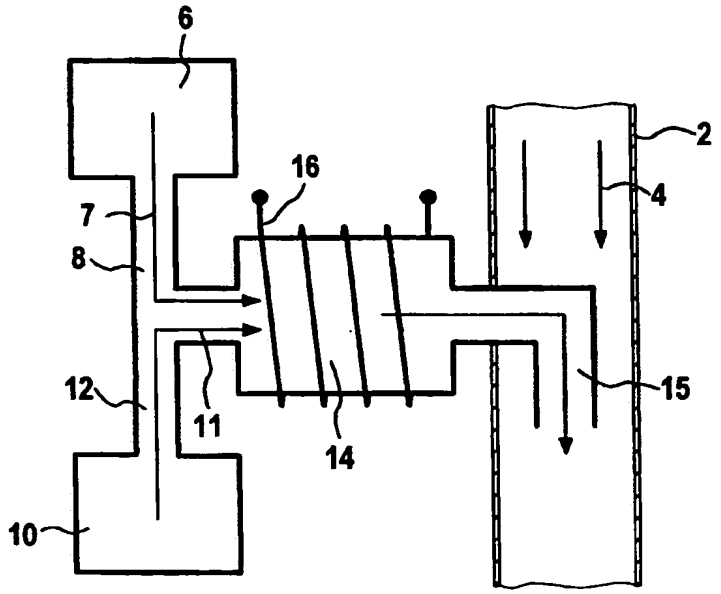
(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR KATALYTISCHEN STICKOXIDMINDERUNG

(57) Abstract

The invention relates to a method for catalytic reduction of nitrogen oxide in a waste gas flow (4) by reaction with ammonium. Ammonia is released from urea (11) starting at temperatures below 200 °C by reacting a substance (7).

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur katalytischen Stickoxidminderung in einem Abgasstrom (4) mittels einer Reaktion mit Ammoniak. Durch Einwirkung einer Substanz (7) wird Ammoniak aus Harnstoff (11) schon bei Temperaturen unterhalb von 200 °C freigesetzt. Die Erfindung betrifft auch eine entsprechende Vorrichtung.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zur katalytischen Stickoxidminderung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur katalytischen Stickoxidminderung in einem Abgasstrom mittels einer Reaktion mit Ammoniak.

Aus der EP 0 577 853 B1 ist eine Einrichtung zur Entstickung von Abgasen eines Verbrennungsmotors bekannt. Zur Entstickung des Abgases eines Verbrennungsmotors, insbesondere eines Dieselmotors, sind Einrichtungen und Verfahren bekannt, die die Stickoxide auch in Anwesenheit von Sauerstoff mit Ammoniak als Reduktionsmittel an sogenannten DeNO$_x$-Katalysatoren zu Stickstoff reduzieren. Eine geeignete Substanz, aus der gefahrlos und geruchsfrei Ammoniak gewonnen werden kann, ist Harnstoff. Aus einer wäßrigen Harnstofflösung entsteht durch Hydrolyse und Pyrolyse der für eine selektive katalytische Reduktion (SCR) benötigte Ammoniak. Diese Umsetzung ist jedoch temperaturabhängig.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein einfaches Verfahren anzugeben, durch welches eine effektive Stickoxidminderung bei Temperaturen unterhalb von 200 °C ermöglicht wird. Weitere Aufgabe der Erfindung ist die Angabe einer Vorrichtung, mit der eine effektive Stickoxidminderung bei Temperaturen unterhalb von 200 °C möglich ist.

Erfindungsgemäß wird die auf die Angabe eines Verfahrens gerichtete Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zur katalytischen Stickoxidminderung in einem Abgas mittels einer Reaktion mit Ammoniak, bei dem dem Abgas bei einer Abgastemperatur unterhalb von 200 °C eine Substanz beigemischt wird, die sich unter Freisetzung von Ammoniak bei einer niedrigeren Temperatur zersetzt als Harnstoff.

Damit wird auch schon bei niedrigen Temperaturen Ammoniak verfügbar, welcher mit Stickoxiden im Abgas reagiert. Dadurch lassen sich auch Stickoxidemissionen in einem vergleichsweise kühlen Abgas reduzieren.

Bevorzugt wird als Substanz eine Verbindung aus dem System NH_3-CO_2-H_2O, insbesondere Ammoniumcarbonat oder Ammoniumhydrogencarbonat oder Ammoniumcarbamat verwendet. Solche Verbindungen beginnen sich bereits bei Temperaturen um 60 °C zu zersetzen und setzen dabei Ammoniak frei. Beim Einsatz dieser Verbindungen in wäßriger Lösung wird Ammoniak ab 100 °C verfügbar.

Die auf ein Verfahren gerichtete Aufgabe wird erfindungsgemäß weiterhin gelöst durch ein Verfahren zur katalytischen Stickoxidminderung in einem Abgas mit einer Abgastemperatur unterhalb von 200 °C mittels einer Reaktion mit Ammoniak, wobei der Ammoniak zumindest teilweise aus einer Zersetzung von Harnstoff aus einem Harnstoffreservoir erhalten wird, und wobei der Harnstoff mit einer Substanz aus einem Substanzreservoir reagiert, die eine Freisetzung von Ammoniak aus Harnstoff bewirkt.

Durch ein solches Verfahren wird Ammoniak bei Temperaturen unterhalb von 200 °C dadurch für eine Stickoxidminderung verfügbar, daß der im Harnstoff vorhandene Ammoniak durch die Reaktion mit der Substanz bei Temperaturen freigesetzt wird, die unterhalb der Temperatur liegen, bei der sich Harnstoff üblicherweise zersetzt. Der zur Stickoxidminderung erforderliche Ammoniak kann dabei ausschließlich aus dem Harnstoff stammen oder aber auch aus der Substanz erhalten werden.

Bevorzugt wird als Substanz eine Verbindung aus dem System NH_3-CO_2-H_2O, insbesondere Ammoniumcarbonat oder Ammoniumhydrogencarbonat oder Ammoniumcarbamat oder wässrige Ammoniak- oder Wasserstoffperoxidlösung verwendet. Diese Substanzen können entweder mit dem Harnstoff unter Freisetzung von Ammo-

niak reagieren oder die Umsetzung von Harnstoff in NH_3 katalysieren. Auch können sie ihrerseits Ammoniak bei einer Zersetzung freisetzen.

Vorzugsweise wird aus der Substanz und dem Harnstoff zuerst ein Gemisch hergestellt und das Gemisch anschließend dem Abgas zugeführt. Die Zersetzung des Harnstoffs durch die Substanz erfolgt somit bereits vor einem Einlaß des Harnstoffs in das Abgas. Dies führt zu einer besonders großen Freisetzung von Ammoniak aus dem Harnstoff. Weiter bevorzugt erfolgt die Mischung der Substanz mit dem Harnstoff bei einer Temperatur zwischen 20 °C und 90 °C. Bei einer solchen Temperatur ergibt sich eine besonders effiziente Freisetzung von Ammoniak aus Harnstoff.

Vorzugsweise wird die Substanz mit dem Harnstoff im Abgas gemischt. In diesem besonders einfachen Verfahren erfolgt also eine Mischung und Reaktion des Harnstoffs mit der Substanz bei oder nach einer Einleitung des Harnstoffs und der Substanz in das Abgas.

Vorzugsweise wird eine wässrige Harnstofflösung durch das Substanzreservoir geleitet, in welchem sich die Substanz in einem festen Aggregatzustand, insbesondere als Granulat, befindet. Diese Ausgestaltung hat u.a. den Vorteil, daß die Substanz in einer besonders einfach handhabbaren Weise gespeichert ist. Zudem wird dadurch das Einbringen eines weiteren Stoffes in den Abgasstrom und damit möglicherweise über den Katalysator in die Umwelt sicher vermieden. Der Harnstoff reagiert mit der Substanz dadurch, daß er über die Substanzoberfläche geleitet wird. Der sich dadurch zersetzende Harnstoff und der frei werdende Ammoniak werden anschließend in den Abgasstrom eingeleitet. Vorzugsweise wird dabei als Substanz ein in wäßriger Phase schwer löslicher oder unlöslicher Festkörper mit sauren oder basischen Eigenschaften verwendet, insbesondere ein Metalloxid oder ein Metallmischoxid. Weiter bevorzugt wird als Substanz eine Kieselsäure oder ein Über-

gangsmetall-Mischoxid, insbesondere auf Titan- oder Siliziumbasis, oder eine Aktivtonerde verwendet. Natürlich können auch gleichzeitig mehrere dieser Verbindungen verwendet werden.

Vorzugsweise wird als Substanz ein hydrolyseaktives Enzym, insbesondere Urease, verwendet, welches auf einem Träger wasserunlöslich fixiert ist.

Die Leitung des Harnstoffs durch den mit der Substanz gefüllten Strömungsweg geschieht vorzugsweise bei einer Temperatur zwischen 20 °C und 90 °C.

Bevorzugt wird das Verfahren in einer mit Diesel betriebenen Verbrennungsanlage angewendet, insbesondere in einem Diesel-Kraftfahrzeug. Gerade in einem Kraftfahrzeug kommt es durch Standzeiten zu einem erheblichen Anteil einer Teillastzeit von der Gesamtbetriebszeit, bei der das Abgas Temperaturen unterhalb von 200 °C aufweist. Dieser Anteil an Teillastzeit kann z.B. 20% betragen. Mithin ist es hier besonders vorteilhaft, durch eine Verbesserung der Stickoxidminderung bei vergleichsweise kühlen Abgastemperaturen die Stickoxidemissionen zu reduzieren.

Erfindungsgemäß wird die auf eine Vorrichtung gerichtete Aufgabe gelöst durch eine Vorrichtung zur katalytischen Stickoxidminderung in einem Abgasstrom mittels einer Reaktion mit Ammoniak, die aufweist:

a) eine Abgasleitung zur Führung des Abgasstroms,
b) ein Substanzreservoir mit einer Substanz, durch welche eine Freisetzung von Ammoniak aus Harnstoff bewirkbar ist, wobei das Reservoir strömungstechnisch mit der Abgasleitung verbindbar ist,
c) ein Harnstoffreservoir, welches mit der Abgasleitung strömungstechnisch verbindbar ist.

Die Vorteile einer solchen Vorrichtung ergeben sich entsprechend den obigen Ausführungen zu den Vorteilen des Verfahrens zur katalytischen Stickoxidminderung.

Bevorzugt ist eine Mischstrecke vorgesehen, welche strömungstechnisch zwischen einerseits der Abgasleitung und andererseits zwischen dem Harnstoffreservoir und dem Substanzreservoir geschaltet ist. Weiter bevorzugt ist die Mischstrecke beheizbar, insbesondere auf eine Temperatur zwischen 20 °C und 90 °C.

Bevorzugtermaßen ist das Substanzreservoir strömungstechnisch zwischen das Harnstoffreservoir und die Abgasleitung geschaltet, wobei die Substanz in einem festen Aggregatzustand, insbesondere als Granulat, vorliegt. Weiter bevorzugt ist die Substanz eine Kieselsäure oder ein Übergangsmetallmischoxid, insbesondere auf Titan- und Siliziumbasis, oder eine Aktivtonerde. Bevorzugtermaßen ist die Substanz ein hydrolyseaktives Enzym, insbesondere Urease, welches mit einem Träger wasserunlöslich verbunden ist. Bevorzugt ist das Substanzreservoir beheizbar, insbesondere auf eine Temperatur zwischen 20 °C und 90 °C.

Bevorzugt wird die Vorrichtung in einer mit Diesel betriebenen Verbrennungsanlage verwendet.

Die Erfindung wird anhand der Zeichnung schematisch und nicht maßstäblich beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

FIG 1 eine Vorrichtung, bei der Harnstoff und eine Substanz in einem Abgasstrom mischbar sind,

FIG 2 eine Vorrichtung, bei der Harnstoff und eine Substanz mischbar und anschließend in einen Abgasstrom leitbar sind, und

FIG 3 eine Vorrichtung, bei der eine wässrige Harnstofflösung über eine Substanz und anschließend in den Abgasstrom geleitet wird.

Gleiche Bezugszeichen haben in den einzelnen Figuren die gleiche Bedeutung.

Figur 1 zeigt eine Abgasleitung 2 für einen Abgasstrom 4. Die Abgasleitung 2 ist durch eine Leitung 8 strömungstechnisch mit einem Substanzreservoir 6 für eine Substanz 7 verbunden. Der Leitung 8 gegenüberliegend mündet eine Leitung 12 in die Abgasleitung 2, durch welche Leitung 12 ein Harnstoffreservoir 10 für Harnstoff 11 mit der Abgasleitung 2 strömungstechnisch verbunden ist.

Im Betrieb einer solchen Vorrichtung wird ein Abgasstrom 4 durch die Abgasleitung 2 geleitet. Der Abgasstrom 4 enthält als Schadstoffe Stickoxide. Bei Temperaturen oberhalb von 200 °C wird dem Abgasstrom 4 bedarfsabhängig Harnstoff 11 aus dem Harnstoffreservoir 10 über die Leitung 12 zugeführt. Der Harnstoff 11 zersetzt sich und setzt dabei Ammoniak frei. Dieser Ammoniak reagiert mit den Stickoxiden und reduziert so die Stickoxidemission. Bei Temperaturen unterhalb von 200 °C ist die Zersetzung von Harnstoff 11 unzureichend. Um trotzdem genügend Ammoniak für eine Reduzierung der Stickoxidemissionen bereitstellen zu können, wird über die Leitung 8 aus dem die Substanz 7, vorzugsweise eine Verbindung aus dem Substanzreservoir 6 System NH_3-CO_2-H_2O dem Abgasstrom 4 bedarfsabhängig beigemischt. Die Substanz 7 zersetzt sich bereits bei Temperaturen unterhalb der Zersetzungstemperatur von Harnstoff 11. Dabei wird aus der Substanz 7 Ammoniak freigesetzt. Durch diesen Ammoniak wird die Stickoxidemission gemindert. Das Harnstoffreservoir 10 und das Substanzreservoir 6 können durch nicht näher dargestellte Mittel, z.B. Ventile in den Leitungen 12 bzw. 8, zugeschaltet oder abgeschaltet werden. Es kann also z.B. nur die Substanz 7 oder nur der Harnstoff 11 oder beides gleichzeitig in den Abgasstrom 4 eingeleitet werden.

In Figur 2 ist ebenfalls eine Abgasleitung 2 für einen Abgasstrom 4 gezeigt. In diese Abgasleitung 2 mündet eine Lei-

tung 15. Die Leitung 15 ist mit einem Mischraum 14 verbunden. Der Mischraum 14 ist von einer Heizung 16 umgeben. In den Mischraum 14 mündet eine Leitung 12, die mit einem Harnstoffreservoir 10 für Harnstoff 11 verbunden ist. In den Mischraum 14 mündet außerdem eine Leitung 8, die mit einem Substanzreservoir 6 für eine Substanz 7 verbunden ist.

Beim Betrieb wird Harnstoff 11 über die Leitung 12 aus dem Harnstoffreservoir 10 in den Mischraum 14 eingeleitet. Dabei liegt der Harnstoff 11 als wässrige Harnstofflösung 11A im Harnstoffreservoir 10 vor, kann aber auch z.B. in fester Form vorliegen und der Einleitung in das Substanzreservoir in eine wässrige Lösung überführt werden. Gleichzeitig wird die Substanz 7 über die Leitung 8 aus dem Substanzreservoir 6 in den Mischraum 14 eingeleitet. Bei Abgastemperaturen oberhalb von 200°C kann bedarfsabhängig auf die Einleitung der Substanz verzichtet werden. Im Mischraum 14 vermischen sich die Substanz 7 und der Harnstoff 11. Dabei erfolgt zumindest teilweise eine Reaktion des Harnstoffs 11 mit der Substanz 7, so daß sich der Harnstoff 11 zumindest teilweise zersetzt und Ammoniak freisetzt. Die Substanz 7, die die Zersetzung des Harnstoffs 11 bewirkt oder zu dieser beiträgt, kann dabei gleichzeitig ihrerseits durch Zersetzung Ammoniak freisetzen. Durch die Heizung 16 wird der Mischraum 14 beheizt, vorzugsweise auf eine Temperatur zwischen 20 °C und 90 °C. Aus dem Mischraum 14 gelangt das Gemisch aus Harnstoff 11 und Substanz 7 und/oder der freigesetzte Ammoniak über die Leitung 15 in die Abgasleitung 2. Dort reagiert Ammoniak mit den Stickoxiden im Abgasstrom 4, so daß eine Stickoxidminderung erfolgt.

In Figur 3 ist ebenfalls eine Abgasleitung 2 für einen Abgasstrom 4 gezeigt. In dieser Abgasleitung 2 mündet eine Leitung 15. Die Leitung 15 ist mit einem Substanzreservoir 6 verbunden. Das Substanzreservoir 6 ist von einer Heizung 16 umgeben. In das Substanzreservoir 6 mündet eine Leitung 12, welche mit einem Harnstoffreservoir 10 verbunden ist. Im Sub-

stanzreservoir 6 ist eine Substanz 7 im festen Aggregatzustand als Granulat gespeichert.

Bei Abgastemperaturen des Abgasstroms 4 unterhalb von 200 °C wird Harnstoff 11 aus dem Harnstoffreservoir 10 über die Leitung 12 dem Substanzreservoir 6 zugeführt. Bei Abgastemperaturen oberhalb von 200°C kann Harnstoff über eine hier nicht dargestellte Zuleitung separat dem Abgasstrom zugesetzt werden. Der Harnstoff 11 durchläuft den Substanzreservoir 6 und kommt dabei mit der Oberfläche des aus der Substanz 7 bestehenden Granulates in Berührung. Die Substanz 7 bewirkt dabei zumindest teilweise eine Zersetzung des Harnstoffs 11. Dabei wird der Substanzreservoir 6 mit der Heizung 16 auf eine Temperatur zwischen 20 °C und 90 °C gehalten. Bei der Zersetzung des Harnstoffs 11 wird Ammoniak frei. Harnstoff 11 bzw. Ammoniak gelangen über die Leitung 15 in der Abgasleitung 2 und vermischen sich dort mit dem Abgasstrom 4. Wie oben ausgeführt, wird so eine Stickoxidminderung bewirkt, und zwar schon in effektiver Weise auch bei Temperaturen unterhalb von 200 °C.

Patentansprüche

1. Verfahren zur katalytischen Stickoxidminderung in einem Abgas mittels einer Reaktion mit Ammoniak, bei dem dem Abgas bei einer Abgastemperatur unterhalb von 200 °C eine Substanz (7) beigemischt wird, die sich unter Freisetzung von Ammoniak bei einer niedrigeren Temperatur zersetzt als Harnstoff (11).

2. Verfahren nach Anspruch 1,
bei dem als Substanz (7) eine Verbindung aus dem System NH_3-CO_2-H_2O, insbesondere Ammoniumcarbonat oder Ammoniumhydrogencarbonat oder Ammoniumcarbamat, verwendet wird.

3. Verfahren zur katalytischen Stickoxidminderung in einem Abgas mit einer Abgastemperatur unterhalb von 200 °C mittels einer Reaktion mit Ammoniak, wobei der Ammoniak zumindest teilweise aus einer Zersetzung von Harnstoff (11) aus einem Harnstoffreservoir (10) erhalten wird, und wobei der Harnstoff (11) mit einer Substanz (7) reagiert, die eine Freisetzung von Ammoniak aus dem Harnstoff (11) bewirkt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem als Substanz (7) eine Verbindung aus dem System NH_3-CO_2-H_2O, insbesondere Ammoniumcarbonat oder Ammoniumhydrogencarbonat oder Ammoniumcarbamat verwendet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3,
bei dem als Substanz (7) eine verdünnte Ammoniak- oder Wasserstoffperoxidlösung verwendet wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5,
bei dem aus der Substanz (7) und dem Harnstoff (11) zuerst ein Gemisch hergestellt wird und das Gemisch anschließend dem Abgas zugeführt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem die Herstellung der Mischung der Substanz (7) mit dem Harnstoff (11) bei einer Temperatur zwischen 20 °C und 90 °C erfolgt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, bei dem die Substanz (7) mit dem Harnstoff (11) im Abgas gemischt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, bei dem der Harnstoff (11) als eine wässrige Harnstofflösung (11A) durch das Substanzreservoir (6) geleitet wird, in welchem sich die Substanz (7) in einem festen Aggregatzustand, insbesondere als Granulat, befindet.

10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem als Substanz (7) ein in wässriger Phase schwerlöslicher oder unlöslicher Festkörper mit sauren oder basischen Eigenschaften verwendet wird, insbesondere ein Metalloxid oder ein Metall-Mischoxid.

11. Verfahren nach Anspruch 10, bei dem als Substanz (7) eine Kieselsäure oder ein Übergangsmetall-Mischoxid, insbesondere auf Titan- und Silizium-Basis, oder eine Aktivtonerde verwendet wird.

12. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem als Substanz (7) ein hydrolyseaktives Enzym, insbesondere Urease, verwendet wird, welches an einem Träger wasserunlöslich fixiert ist.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, bei dem der Harnstoff (11) bei einer Temperatur zwischen 20 °C und 90 °C durch das Substanzreservoir (6) geleitet wird.

14. Anwendung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche in einer mit Diesel betriebenen Verbrennungsanlage.

15. Vorrichtung zur katalytischen Stickoxidminderung in einem Abgasstrom (4) mittels einer Reaktion mit Ammoniak, die aufweist:

a) eine Abgasleitung (12) zur Führung des Abgasstromes (4),

b) ein Substanzreservoir (6) mit einer Substanz (7), durch welche eine Freisetzung von Ammoniak aus Harnstoff (11) bewirkbar ist, wobei das Substanzreservoir (6) strömungstechnisch mit der Abgasleitung (12) verbindbar ist,

c) ein Harnstoffreservoir (10), welches mit der Abgasleitung (12) strömungstechnisch verbindbar ist.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15,
welche eine Mischstrecke (14) aufweist, welche strömungstechnisch zwischen einerseits der Abgasleitung (12) und andererseits dem Harnstoffreservoir (10) und dem Substanzreservoir (6) geschaltet ist.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16,
bei der die Mischstrecke (14) beheizbar ist, insbesondere auf eine Temperatur zwischen 20 °C und 90 °C.

18. Vorrichtung nach Anspruch 15,
bei dem das Substanzreservoir (6) strömungstechnisch zwischen das Harnstoffreservoir (10) und die Abgasleitung (12) geschaltet ist, wobei die Substanz (7) in einem festen Aggregatzustand, insbesondere als Granulat, vorliegt.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18,
bei der die Substanz (7) eine Kieselsäure oder ein Übergangsmetall-Mischoxid, insbesondere auf Titan- und Silizium-Basis, oder eine Aktivtonerde ist.

20. Vorrichtung nach Anspruch 18, bei der die Substanz (7) ein hydrolyseaktives Enzym, insbesondere Urease, ist, welches mit einem Träger wasserunlöslich verbunden ist.

21. Vorrichtung nach Anspruch 18, 19 oder 20, bei der das Substanzreservoir (6) beheizbar ist, insbesondere auf eine Temperatur zwischen 20 °C und 90 °C.

22. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 21 in einer mit Diesel betriebenen Verbrennungsanlage.

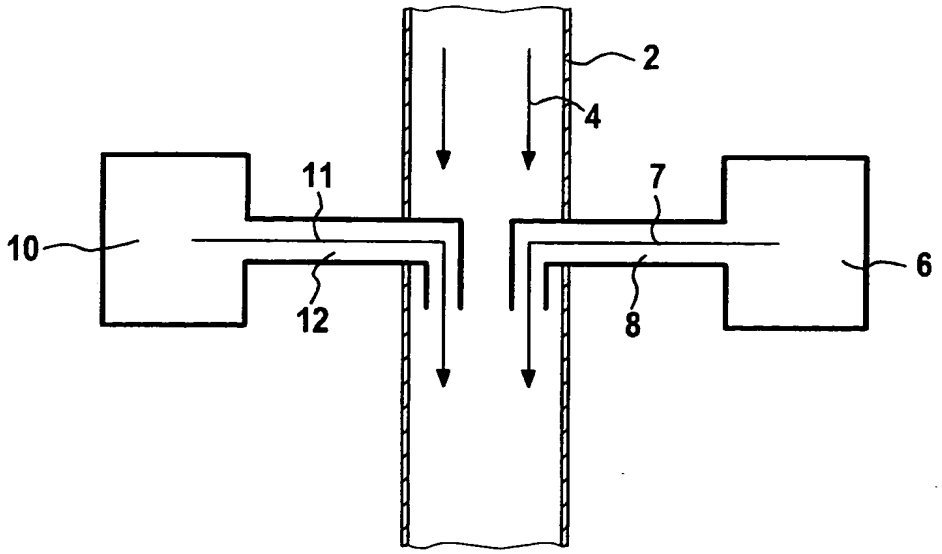


FIG 1

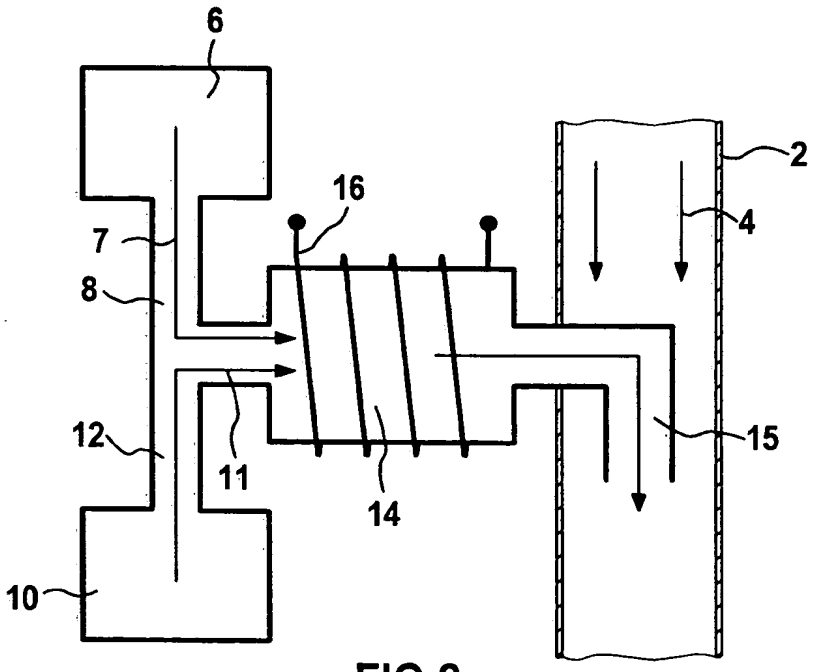


FIG 2

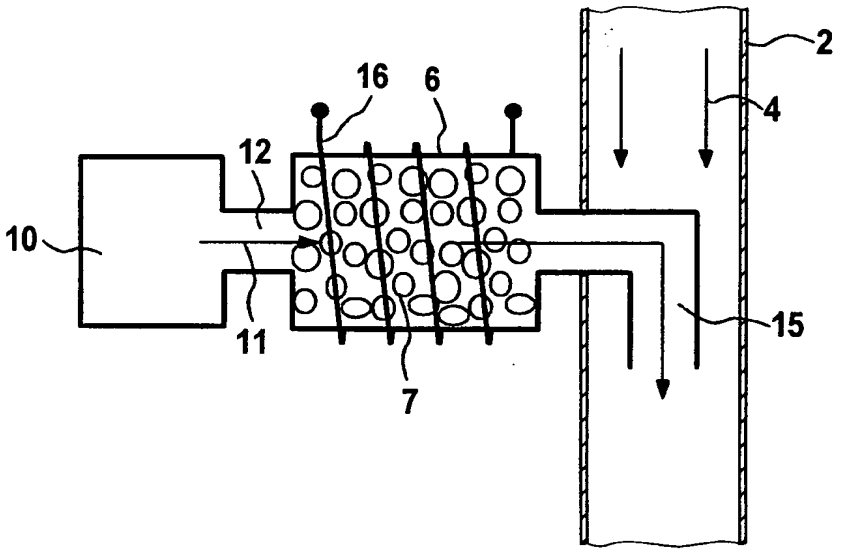


FIG 3